



**Liliane da Silva
Lopes**

Análise e Melhoria da Distribuição da D.I.N.



Universidade de Aveiro
2018

Departamento de Economia, Gestão, Engenharia
Industrial e Turismo

**Liliane da Silva
Lopes**

Análise e Melhoria da Distribuição da D.I.N.

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão e Engenharia Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor José António de Vasconcelos Ferreira, Professor Associado do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

o júri

presidente

Prof. Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José António Soeiro Ferreira
professor associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutor José António de Vasconcelos Ferreira
professor associado da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Este projeto é o resultado de um longo processo académico, onde foram dedicadas horas incansáveis de estudo e dedicação. A sua execução não seria possível sem a ajuda, apoio, companheirismo e amizade de muitas pessoas.

Aos meus pais, pelo constante incentivo, por todo o interesse e investimento que ao longo destes anos têm feito na minha formação, mas acima de tudo, por todo o amor e apoio que sempre me deram.

Aos meus irmãos, pelos excelentes exemplos de vida que me inspiraram a seguir o rumo que segui.

Ao meu namorado, pelo companheirismo e apoio, quer nos bons, quer nos maus momentos.

Aos meus amigos, em especial à Sara Martins por ter estado sempre presente durante todo o curso e todo o estágio, quer a apoiar nas dificuldades deste percurso, quer a proporcionar momentos de distração. E à Rita Bernardes pela amizade e por todos os momentos passados ao longo de todo o curso.

Ao meu orientador da Universidade de Aveiro, Prof. Doutor José Vasconcelos pela disponibilidade, sugestões e críticas necessárias para a elaboração deste projeto.

Por fim, a todos os colaboradores da D.I.N. – Desenvolvimento e Inovação Nutricional em que tive o prazer de estagiar e em especial ao meu orientador Rui Branquinho por toda a disponibilidade ao longo do meu estágio.

palavras-chave

Logística, Heurísticas, Distribuição, Roteirização, JIT

resumo

A atividade da D.I.N. está inserida no subsetor da produção de ração animal. Desenvolve e produz a sua própria gama de pré-misturas, alimentos iniciais e especialidades para suínos, aves e gado e comercializa matérias-primas para o fabrico de alimentos para animais.

O objetivo principal deste projeto é melhorar a distribuição para minimizar os custos associados. Para fazer isso, começou-se por definir o problema e conhecer todas as restrições associadas, reunir informações para criar um banco de dados e, finalmente, encontrar oportunidades de melhoria e provar a sua qualidade.

Através da criação de uma heurística adaptada ao problema em questão foi possível reduzir os custos de distribuição em 15%. Tendo também provado que nem sempre o que se acha que faz sentido será a melhor opção.

keywords

Logistics, Heuristics, Distribution, Routing, JIT

abstract

D.I.N.'s activity is inserted in the sub-sector of animal feed manufacture. It develops and produces its own range of premixes, starter foods and specialties for pigs, poultry and cattle and markets raw materials for the manufacture of animal feed.

The main objective of this project is to improve the distribution in order to minimize the associated costs. To do this, we started by defining the problem and knowing all the restrictions associated with it, gathering information to create a database, and finally finding opportunities for improvement and proving their quality.

Through the creation of a heuristic adapted to the problem in question, it was possible to reduce distribution costs by 15%. Having also proved that not always what you think that makes sense will be the best option.

Índice de Conteúdos

1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Projeto.....	1
1.2.1. Motivação.....	1
1.2.2. A Empresa.....	2
1.2.3. Objetivos	4
1.2.4. Metodologia	5
1.3. Estrutura do Documento.....	7
2. Pesquisa Bibliográfica.....	9
2.1. A Logística e a Gestão da Cadeia de Abastecimento.....	9
2.2. Filosofia Lean – JIT.....	11
2.3. Transporte de Mercadorias.....	12
2.3.1. Modo de Transporte	12
2.3.2. Outsourcing versus Frota Própria	13
2.3.3. Roteamento.....	13
3. Caracterização e Análise da Situação Existente	19
3.1. O problema do transporte de mercadoria na D.I.N.....	19
3.2. Caracterização dos Fornecedores e Matérias-primas.....	22
3.3. Caracterização dos Clientes e Produtos	23
3.4. Produção	25
3.5. Alternativas de transporte	27
3.6. Levantamento de Encomendas nos Fornecedoros	27
3.7. Análise da Situação e Oportunidades de Melhoria	30
4. Ações Propostas e Resultados Obtidos	33
4.1. Definição das Rotas de Distribuição	33
4.2. Heurística Melhorada.....	35
5. Conclusão	41
5.1. Reflexão Final sobre o Projeto	41
5.2. Desenvolvimento Futuro.....	42
Referências Bibliográficas	45
Anexo 1 – Proposta Comercial (Torrestir).....	49

Índice de Figuras

Figura 1 - D.I.N. Desenvolvimento e Inovação Nutricional, S.A.	2
Figura 2 - Organograma da D.I.N.	3
Figura 3 - Cadeia de Abastecimento	11
Figura 4 – Camião subcontratado da D.I.N.	21
Figura 5 - Encomendas e Entregas na D.I.N.	22
Figura 6 - Localizações dos cinco principais fornecedores e da D.I.N.	22
Figura 7 - Principais matérias-primas compradas e as respetivas percentagens	23
Figura 8 - Localizações dos cinco principais clientes e da D.I.N.	24
Figura 9 - Principais produtos vendidos e as respetivas percentagens	24
Figura 10 - Chão de fábrica para concentrados vitamínicos	26
Figura 11 - Chão de fábrica para rações completas	26
Figura 12 - Diagrama do processo de abastecimento e distribuição da D.I.N. (parte 1)	29
Figura 13 - Exemplo de cruzamentos ocorridos nas rotas VMP2	35
Figura 14 - Exemplo de resolução de cruzamentos ocorridos nas rotas VMP2 através da heurística melhorada	37

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Comparação de custos entre as rotas feitas pela empresa e as rotas obtidas pelas heurísticas	34
Tabela 2 - Comparação de custos entre as rotas feitas pela empresa e as rotas obtidas pelas heurísticas VMP2 e Melhorada	38
Tabela 3 - Comparação de custos entre as rotas feitas pela empresa e as rotas obtidas pela Heurística Melhorada na segunda semana de teste.....	38

1. Introdução

1.1. Enquadramento

O presente projeto é apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, tendo sido realizado no âmbito de um estágio curricular realizado na empresa D.I.N., Desenvolvimento e Inovação Nutricional, situada em Santa Comba Dão, cuja atividade se centra na nutrição e saúde animal.

1.2. Projeto

O projeto descrito neste documento centra-se na área da logística externa. Nesta secção pretende-se fazer uma breve apresentação da empresa, dos objetivos que esta pretende alcançar com este projeto, assim como, da metodologia que será seguida de forma a atingir os objetivos propostos.

1.2.1. Motivação

A Engenharia e Gestão Industrial (EGI) tem por base a análise, o projeto, a melhoria do desempenho e o controlo de sistemas integrados de pessoas, materiais, equipamentos e energia. Este projeto surgiu como uma oportunidade de colocar o conhecimento, adquirido no decorrer da licenciatura e do mestrado em EGI, em prática. Sendo que o tema deste projeto está intimamente relacionado com o plano curricular de EGI.

Os clientes são a razão da existência de qualquer organização, portanto é necessário garantir que estes se encontrem satisfeitos. Para que tal aconteça não só é importante fornecer um bom serviço ao cliente, mas também, manter um preço competitivo em relação à concorrência. A gestão de custos torna-se,

assim, essencial para manter o valor dos produtos competitivos e atraentes para os clientes.

A principal atividade em que mais facilmente se pode reduzir custos sem interferir na qualidade do produto é a logística, pois esta, apesar de indispensável ao negócio, não acrescenta valor ao produto. O principal fator que influencia o custo associado ao transporte de mercadorias, quer no abastecimento quer na distribuição, é a distância percorrida. Para diminuir esta distância, e, consequentemente, diminuir o custo do transporte, é fundamental definir as rotas de abastecimento e de distribuição de forma otimizar os recursos envolvidos.

1.2.2. A Empresa

A D.I.N. (Figura 1) é uma pequena média empresa localizada em Santa Comba Dão que opera a nível nacional e internacional há mais de 25 anos. Em 2014 foi adquirida pelo grupo CCPA, *Conseils et Compétences en Production Animales*, com sede em Janzé – França. O grupo CCPA é reconhecido no mercado internacional como uma referência em desenvolvimento, investigação e inovação na área da nutrição e saúde animal.



Figura 1 - D.I.N. Desenvolvimento e Inovação Nutricional, S.A.

A atividade da D.I.N. insere-se no subsetor da fabricação de alimentos para animais (CAE 10911), possuindo um capital social de 500 000 €. Desenvolve e produz a própria gama de pré-misturas, alimentos de iniciação e especialidades para suínos, aves e bovinos e comercializa matérias-primas para o fabrico de alimentos para animais.

As instalações da D.I.N. têm uma área total construída de 2 384 m², nos quais trabalham diariamente 45 colaboradores. Estes colaboradores laboram em conjunto tendo, em 2017, atingido uma faturação total de 6 888 368 €.

Na figura 2, apresentada abaixo, encontra-se o organigrama da D.I.N.. Este representa, de forma macro, como está organizada a D.I.N. e os vários processos industriais:

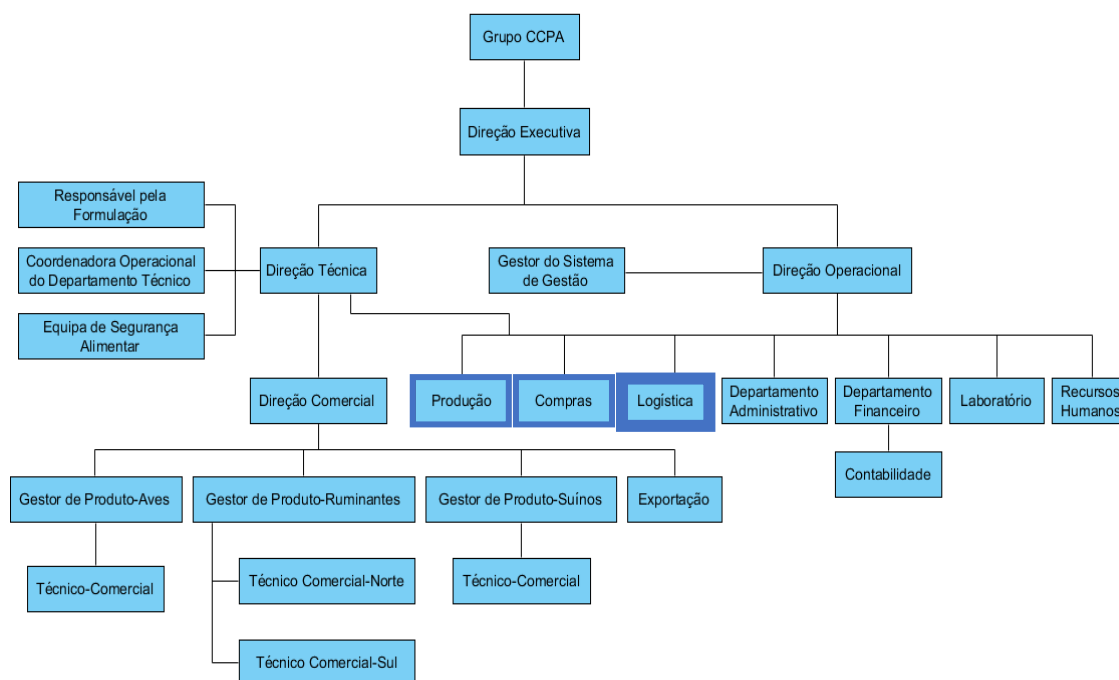


Figura 2 - Organigrama da D.I.N.

A D.I.N. possui vários fornecedores alternativos para uma mesma matéria-prima, o que faz com que seja possível comparar preços cada vez que for necessário fazer uma compra, de forma a escolher o fornecedor com o preço mais acessível. Mais de metade das compras feitas pela D.I.N., cerca de 54%, concentram-se em cinco fornecedores: Monte D'Alva – Rações, S.A. (12.1%); Liguel – Adubos e Calcários, Lda (11.7%); *Agrupacion Fab. Aceites Marinos, S.A.*

(10.5%); R.O. Rações Oeste para Animais, Lda (10.1%) e Sérgio Martins, Lda (9.8%). Entre os produtos comprados destacam-se três principais: o Milho Grão (13.8% das compras), o Bagaço Soja 44% (11.9% das compras) e o Carbonato de Cálcio em Pó (11.8% das compras).

Cerca de 28% da produção da D.I.N. é exportada, principalmente para Cabo Verde, Espanha e Bélgica. Entre os clientes nacionais e internacionais da D.I.N. existem sete que se destacam dos restantes, totalizando 51,1% das vendas da D.I.N.. Dois destes clientes são do Cabo Verde: Upranimal Rações de Cabo Verde, Lda (21.8%) e AVI – Cecília Santos & Filhos, Lda (4.2%). Os restantes cinco principais clientes são nacionais: Monte D’Alva – Rações, S.A. (9%); Nutritejo, Lda (4.5%); Fontembro Sociedade Agrícola e Imobiliária, S.A. (4.4%); Maprico - Comércio de Matérias Primas, LDA. (3.8%) e Nucleopor, S.A. (3.4%). Sendo que os produtos mais vendidos são: Bagaço Soja 45% (9.7% das vendas), Milho Grão (8.7% das vendas), Dinpac 84 (8.6% das vendas) e DIN 5625 Starter 6% (4.3% das vendas).

A D.I.N. possui o seu próprio laboratório, L.I.D. – Laboratório de Investigação e Desenvolvimento, onde os seus colaboradores trabalham diariamente numa visão de modernização concebendo soluções inovadoras.

O sistema de Segurança de Gestão da Qualidade da D.I.N. encontra-se certificado segundo os requisitos da norma NP EP ISSO 9001:2015 pela APCER e o sistema de Segurança alimentar encontra-se implementado com os requisitos da norma NP EN ISSO 22000:2005 pela IQNet.

1.2.3. Objetivos

O objetivo principal deste projeto é melhorar a distribuição de forma a minimizar os custos a ela associados, assim como melhorar o serviço ao cliente, minimizando o tempo de espera desde a encomenda até à entrega do produto. Para alcançar este objetivo é necessário passar por duas etapas essenciais, que acabam por trazer, por si só, vantagens à empresa.

A primeira etapa passa por conhecer o problema, para isto é necessário ter noção do dia-a-dia na empresa. Esta noção ganha-se com o acompanhamento de todo o processo de abastecimento de matérias primas, do planeamento da produção e da definição das rotas de distribuição, assim como através de conversas com os colaboradores envolvidos. Esta conversa serve não só para obter mais informação sobre o processo, mas, muitas vezes, serve também para que o colaborador, ao explicar o que faz diariamente, se aperceba de algumas tarefas que não acrescentam valor ao produto ou que poderiam ser feitas de uma forma mais eficiente. Isto acontece porque o colaborador não tem o hábito de questionar o que faz no dia-a-dia, pois está habituado a fazer o seu trabalho de uma determinada forma e nem sempre se apercebe que poderia ser mais eficiente.

A segunda etapa é a criação de uma base de dados. Esta etapa é indispensável uma vez que a D.I.N. não possui uma base de dados completa e clara. Isto pode ter acontecido por dois motivos: o software de gestão utilizado não ser o mais adequado para a empresa ou os colaboradores não terem preenchido todos os campos necessários na entrada de informação para o software. A criação desta base de dados é imprescindível para melhor perceber todo o processo de transporte de mercadorias, desde o abastecimento à distribuição. Esta base de dados poderá também servir para consulta no futuro, podendo dar informação importante para estudos vindouros.

1.2.4. Metodologia

Uma vez que a D.I.N. não tinha uma base de dados das encomendas e das rotas feitas, houve necessidade de construir uma base de dados para que fosse possível analisar o que foi feito, de forma a conseguir analisar a situação atual e propor melhorias.

A metodologia aplicada neste projeto foi a de Investigação-Ação (IA). É um processo cíclico ou em espiral, que alterna entre ação e reflexão crítica, e em que nos ciclos posteriores são aperfeiçoados os métodos, os dados e a interpretação feita à luz da experiência (conhecimento) obtida no ciclo anterior.

O processo de IA é usado com a finalidade de melhorar resultados através da mudança nas práticas, resumindo-se a um conjunto de fases: planificação, ação, observação (avaliação) e reflexão (teorização) (Coutinho et al., 2009).

A primeira fase é obter uma definição inicial do problema. Para tal é necessário conversar com os colaboradores para melhor entender o processo, assim como analisar documentos existentes acerca dos produtos vendidos, matérias-primas compradas e ter uma noção das matérias-primas utilizadas em cada produto final. Esta fase permitirá melhor perceber o problema em causa e identificar em que fase do processo existe maior capacidade de melhoria. No entanto nesta fase apenas é possível ter uma ideia geral das potenciais melhorias. Para chegar a um nível mais exato da origem do problema é necessário analisar com maior pormenor o processo. Para isso é necessário recorrer a uma base de dados e forma a estudá-la de forma mais exaustiva.

Numa segunda fase é necessário recolher informação de forma a criar uma base de dados fidedigna. Esta fase é indispensável porque a D.I.N. não possui uma base de dados completa. É a partir desta base de dados que vai ser possível analisar a situação atual do processo que se está a estudar. Após perceber onde estão as melhorias possíveis é necessário organizá-las de forma a dar prioridade às que mais benefícios trarão.

Depois de bem definidas as prioridades tendo em conta, também, o tempo disponível para a realização do projeto, segue-se a implementação das melhorias. Neste projeto as melhorias serão teóricas, ou seja, não serão implementadas no período do estágio, mas ficarão devidamente comprovadas neste documento de forma a que a empresa possa implementá-las quando assim o entender.

Numa fase final, os resultados das melhorias implementadas serão analisados e discutidos, de forma a comprovar a qualidade das mesmas.

1.3. Estrutura do Documento

De forma a facilitar a compreensão do leitor acerca do projeto desenvolvido, foi seguida uma linha de orientação de forma a encadear o tema do projeto, o funcionamento da distribuição de produtos (a teórica e a existente na empresa), problemas com que a equipa de logística se depara e as ações propostas para as superar.

Após este capítulo introdutório, com a motivação, apresentação da empresa, descrição dos objetivos e da metodologia, segue-se no Capítulo 2 a pesquisa bibliográfica nas áreas consideradas relevantes para a realização do projeto.

No terceiro capítulo expõe-se de forma mais exaustiva a forma como a empresa define as rotas de distribuição, os problemas com que se depara e o que esta pretende melhorar através da realização deste projeto.

O Capítulo 4 apresenta a metodologia seguida e o trabalho desenrolado na construção da heurística obtida. Mostra também os resultados alcançados com este projeto através de alguns indicadores de melhoria.

Por último, é feita uma síntese final no Capítulo 5 e são apresentadas propostas de continuação de desenvolvimento futuro.

2. Pesquisa Bibliográfica

Neste capítulo pretende-se salientar e rever as áreas de conhecimento que estão envolvidas na realização do projeto. Numa primeira abordagem destacar-se-á a importância da logística e da gestão da cadeia de abastecimento no mercado atual.

2.1. A Logística e a Gestão da Cadeia de Abastecimento

Segundo Crespo et al (2016), a logística diz respeito ao fluxo de matérias-primas, produtos semiacabados e produtos acabados desde o ponto de origem até ao ponto de consumo. É este setor que planeia, implementa e controla todo este fluxo de materiais com o intuito de atender às exigências dos clientes (Crespo et al., 2016).

Quando se analisa os vários componentes que determinam o custo do produto final, verifica-se que a logística abrange a maior parte dos custos do negócio (Ballou, 1997). Com o aumento da competitividade no mercado global e as expectativas crescentes dos clientes, as empresas veem cada vez mais a necessidade de aliar a redução de custos com a qualidade do serviço (Turkay Yildiz, 2017).

Um elemento-chave do desempenho logístico, que influencia a fidelização dos clientes atuais e a capacidade de atrair novos clientes, é o serviço ao cliente (Moura, 2006). O nível de serviço logístico pode sempre ser melhorado, mas para tal, geralmente, é necessário incorrer custos acrescidos, pois terá de se afetar mais recursos à logística (Moura, 2006). Existem várias formas de encurtar o prazo de entrega: aumentar o stock, melhorar o atendimento e/ou ter uma frota de veículos em estado de prontidão, no entanto todas elas representam um aumento de recursos, ou seja, custos acrescidos (Moura, 2006). Portanto é essencial encontrar o equilíbrio entre as expectativas dos clientes e os custos para assegurar a sua satisfação (Moura, 2006).

O setor da logística pode subdividir-se em dois setores: a logística interna, que diz respeito a todas as deslocações de produtos/componentes dentro dos armazéns, e a logística externa, que incide nos transportes de matéria prima desde o fornecedor até à empresa e nos transportes de produtos acabados ou semiacabados desde que são expedidos do armazém até que são entregues no cliente final.

Ballou (1999) afirma que, em termos práticos, é mito difícil separar a logística da gestão da cadeia de abastecimento. Segundo este autor, a missão de ambas são semelhantes: “colocar os produtos ou serviços certos no lugar certo, no momento certo e nas condições desejadas, dando, ao mesmo tempo, a melhor contribuição possível para a empresa” (Ballou, 1999).

Durante muito tempo acreditava-se que ser competitivo numa cadeia de valor era do tipo “*win-lose*”, ou seja, para um ganhar o outro teria de perder. Hoje em dia esta filosofia mudou e passou-se a acreditar que ser competitivo não exclui, antes promove e incentiva, a cooperação entre os participantes da cadeia, passando a ser visto como uma solução do tipo “*win-win*” (Moura, 2006). O contratante passou a administrar e a ajudar os seus fornecedores a crescer, integrando-os ao seu sistema operacional e otimizando, assim, os custos globais. Esta rede dinâmica torna as organizações mais competitivas (Oliveira et al., 2004). Foi devido a esta nova forma de pensar que surgiu o termo Gestão da Cadeia de Abastecimento (figura 3), onde todos os intervenientes da cadeia comunicam entre si, de forma a que todos saiam a beneficiar. Assim não só maximizam os ganhos globais da cadeia de abastecimento, como conseguem um produto final a um preço de venda mais competitivo.



Figura 3 - Cadeia de Abastecimento

2.2. Filosofia Lean – JIT

A produção *Just-in-time* (JIT) é uma filosofia de gestão, de origem japonesa, que significa “no momento certo” e que se baseia em ter os itens necessários, na quantidade necessária e no tempo certo. A filosofia JIT tornou-se bastante popular pelo facto de aumentar a qualidade, produtividade e eficiência, melhorar a comunicação e diminuir os custos e os desperdícios (Cheng et. al., 1996).

A filosofia *JIT* está fundamentada no sistema *pull*, que significa que a produção é “puxada”. Nos processos *pull* a produção é iniciada em resposta aos pedidos do cliente (Vieira, 2009). Ou seja, a produção dos produtos apenas começa quando é feita uma encomenda do mesmo. Desta forma, evitam-se os custos de armazenamento e o risco de o produto não ser vendido dentro do prazo de validade. Assim os desperdícios de material e de mão de obra são minimizados.

O JIT tem como objetivo promover um fluxo contínuo dentro da cadeia de abastecimento, sendo que para tal a cadeia deve estar totalmente sincronizada. Pois uma vez que o stock a alcançar é o “stock zero”, se esta sincronização não existir corre-se o risco de parar a produção por falta de matéria-prima (Cheng et. al., 1996).

2.3. Transporte de Mercadorias

O processo de distribuição funciona de forma simétrica ao de abastecimento, no entanto, normalmente, a rede de distribuição é mais complexa. A base conceitual de toda a cadeia de distribuição é a satisfação e o atendimento às necessidades do cliente (Gomes & Ribeiro, 2004).

Vários artigos destacam a logística externa como o setor que mais custos tem na composição do produto. “O transporte é capaz de absorver entre 33,3 e 66,6 % dos custos logísticos totais” afirma Ballou (1999). Este facto faz com que a gestão eficiente da rede de transportes esteja a ser levada cada vez mais a sério, não só por motivos económicos como também por questões ambientais (Santos, 2011).

Para uma boa escolha do tipo de transporte deve-se ter em conta o preço do serviço, a rapidez, a variabilidade, a versatilidade, os riscos de perdas e os danos decorrentes da modalidade escolhida (Santos, 2011).

2.3.1. Modo de Transporte

Dependendo do tipo de produto a transportar e da distância que este tem de percorrer até ao cliente, a empresa deve analisar os vários modos de transporte, de modo a escolher o mais apropriado (Gomes & Ribeiro, 2004):

- O ferroviário é normalmente usado para transportes de percursos longos de grandes quantidades de matérias-primas e produtos de baixo valor acrescentado;
- O rodoviário é destinado a componentes e produtos acabados, cuja quantidade varia assim como a distância de transporte;
- O marítimo é dedicado a grandes distâncias e quantidades elevadas de mercadorias com baixo valor;
- O pipeline usado para transporte de líquidos, muito pouco flexível, seguro e fiável;

- O aéreo é usado quando as distâncias são muito longas, o valor da mercadoria é elevado e quando é pouca quantidade.

2.3.2. Outsourcing versus Frota Própria

A crescente competitividade entre organizações levou a que fosse imprescindível uma coordenação e uma logística mais eficiente, para que se tornasse viável a prática de preços mais atrativos no mercado (Novaes, 2016). Isto levou ao aparecimento de empresas especializadas em distribuição, que conseguem distribuir os produtos de forma mais eficiente e, portanto, a um valor inferior ao de uma empresa que use uma frota própria.

O *outsourcing* representa o uso de terceiros para realizar funções normalmente realizadas pela própria empresa, ou seja, transferir as operações ou ativos, de uma empresa para a outra, para a sua gestão, a fim de reduzir custos e concentrar-se nas atividades essenciais do negócio (Fernandes, 2012). A redução de custos é a principal vantagem desta opção, mas, por outro lado, a empresa deixa de ter tanto controlo sobre quando os clientes são atendidos.

No entanto existe uma opção intermédia em que as empresas podem contratar camiões a terceiros mas em que é a própria empresa que define a rota da distribuição, tendo assim um maior controlo sobre os prazos de entrega.

2.3.3. Roteamento

O problema de roteamento de veículos é confrontado todos os dias por milhares de empresas e organizações envolvidas na entrega e cobrança de bens ou pessoas. O roteamento é o coração da gestão da distribuição (Cordeau et al, 2007).

Depois da escolha do transporte surge a necessidade de definir o tipo de rota de distribuição a adotar. Beasley (1984) considera que existem três tipos distintos de rotas:

- Rotas diárias, que são definidas e realizadas exclusivamente para um dado dia;
- Rotas periódicas, que são programadas por um determinado período de tempo;
- Rotas fixas, que são rotas repetidas com alguma frequência. Normalmente usadas por empresas de distribuição com clientes fixos.

Um dos problemas mais populares na otimização combinatória é o Problema de Roteamento do veículo clássico (VRP), que deu origem a várias técnicas de solução exatas e heurísticas de aplicabilidade geral. Ele generaliza o Problema do caixeiro viajante (PCV). O VRP é muitas vezes definido sobre as restrições de capacidade e tamanho da rota. Quando apenas estão presentes as restrições de capacidade, o problema é denominado como CVRP. Em contraste, a maioria das heurísticas considera explicitamente os dois tipos de restrições (Cordeau et al., 2007).

As restrições ao horário de trabalho dos motoristas não têm recebido muita atenção na literatura de roteamento de veículos, no entanto estas restrições são bastante importantes para as aplicações da vida real. De forma semelhante às restrições de capacidade também as restrições de horas de trabalho durante uma rota pode ser modelado (Decreto-Lei nº 237, 2007). Um condutor pode conduzir 9 a 10 horas por dia, não podendo ultrapassar 60 horas semanais nem uma média de 48 horas/semana em média num período de 4 meses.

O problema do caixeiro viajante concentra-se em encontrar um caminho onde todos os clientes são visitados apenas uma vez e, no final, se volta ao ponto de partida.

Para obter uma solução de rota ótima é necessário percorrer todas as hipóteses das diferentes rotas possíveis, de forma a encontrar a que melhor resultados obtiver. Apesar de ser possível encontrar o ótimo, na realidade existem demasiadas hipóteses a testar, o que leva a que esta procura demore demasiado tempo, sendo um desperdício de tempo e recursos.

As heurísticas acabam por nos fornecer soluções bastante favoráveis de uma forma mais rápida, no entanto, nunca temos a garantia de que a solução

encontrada é ótima, ou seja, que esta não pode ser melhorada. Existem três tipos de abordagens heurísticas:

- Construtivas – heurísticas usadas para obter uma primeira solução válida;
- Progressivas – em que se tenta alterar a ordem de alguns pontos para verificar e há melhorias. Pode ser de 2-opt em que se trocam dois pontos ou o 3-opt em que se trocam três pontos;
- Compostas – são a junção das construtivas com as progressivas.

Com o intuito de aumentar a eficiência operacional e de proporcionar um melhor e mais económico serviço ao cliente, existem algumas heurísticas para auxiliar numa gestão mais atenta à redução de custos (Santos, 2011). De seguida descrevem-se, brevemente, as três heurísticas que serão abordadas neste projeto:

2.3.3.1. Heurística da Varredura Angular (VA)

Na heurística da varredura angular, a formação da rota é determinada de acordo com a posição angular dos nodos relativamente ao nodo de partida (Filho, 2016). É feita uma varredura angular tendo como pivot o nodo de partida, e à medida que os nodos são varridos vão sendo incluídos na rota (Filho, 2016). Quando o critério de paragem for alcançado a heurística termina.

Passo 1: Calcular o maior ângulo entre o nodo de partida e cada um dos nodos a visitar.

Passo 2: Escolher um veículo. Caso não existam mais veículos disponíveis, parar.

Passo 3: A partir do maior ângulo proceder à varredura angular no sentido dos ponteiros do relógio, incluir o nodo seguinte na rota.

Passo 4: Incluir o próximo nodo da varredura na rota. Caso as restrições não forem ultrapassadas manter o nodo e repetir o passo 4. Caso contrário, excluir o nodo e ir para o passo 2.

Restrições:

Nº de camiões - 2

Máximo de carga - 10 ton

Máximo de kms diários:

Camião XX - 497 kms

Camião PM - 530 kms

Dividir entregas manuais e não manuais

2.3.3.2. Heurística do Vizinho mais Próximo (VMP)

A heurística do vizinho mais próximo consiste em definir uma rota em que é visitado o nodo mais próximo do anteriormente visitado e assim sucessivamente (Costa et al, 2010). É um algoritmo simples que inicia no nodo de partida do veículo e termina quando todos os nodos são visitados ou quando alguma restrição deixe de ser respeitada.

Passo 1: Selecionar um veículo disponível. Caso não haja mais veículos, parar.

Passo 2: Selecionar o ponto de entrega não roteirizado mais próximo do depósito.

Passo 3: Se a capacidade do veículo não for ultrapassada, incluir o ponto selecionado no roteiro. Caso contrário, ir para passo 5.

Passo 4: Selecionar o ponto não atendido que esteja mais próximo do último ponto inserido no roteiro, em caso de empate escolher por ordem crescente de pontos. Voltar ao passo 3.

Passo 5: Caso não seja possível encontrar nenhum ponto não atendido que seja possível inserir no veículo corrente, voltar ao passo 1.

Restrições:

Nº de caminhões - 2

Máximo de carga - 10 ton

Máximo de kms diários:

Camião XX - 497 kms

Camião PM - 530 kms

Dividir entregas manuais e não manuais

2.3.3.3. Heurística de Clarke e Wright (CW)

Segundo Costa et al (2010), existem duas formas de abordar esta heurística: sequencial, em que se constrói uma rota completa para um veículo e apenas depois se começa a construção da rota para um segundo veículo; e paralela, em que todas as rotas são construídas em simultâneo. Segundo alguns estudos de desempenho, a última versão é a que permite obter melhores resultados (Costa et al., 2010). Portanto, a versão paralela terá um maior enfoque neste trabalho.

Na versão paralela da heurística de Clarke e Wright, calcula-se as distâncias das viagens entre o nodo de partida e cada um dos nodos de chegada. Estas serão as rotas iniciais e a partir destas serão calculadas as poupanças obtidas através da junção de rotas (Costa et al., 2010). Prossegue-se com a junção das rotas pela ordem decrescente de poupanças, até ao critério de paragem.

Passo 1: Calcular a distância entre o nodo de partida e cada um dos nodos a visitar. Estas serão as rotas iniciais.

Passo 2: Calcular as poupanças de kms ao juntar duas rotas anteriores e escolher a que maior poupança obtiver. Criando, paralelamente, o número de rotas correspondente ao número de veículos disponíveis.

Passo 3: Voltar a calcular as poupanças da junção da rota escolhida anteriormente com as rotas iniciais. Juntar o nodo que maior poupança obtiver.

Passo 4: Se não for possível juntar outro nodo sem que as restrições sejam ultrapassadas, parar. Caso contrário, voltar ao passo 3.

Restrições:

Nº de camiões - 2

Máximo de carga - 10 ton

Máximo de kms diários:

Camião XX - 497 kms

Camião PM - 530 kms

Dividir entregas manuais e não manuais

3. Caracterização e Análise da Situação Existente

Neste capítulo são descritos todos os processos efetuados desde a receção de um pedido de encomenda até à entrega da mesma ao cliente final. Sendo explicada a forma como são recebidos os pedidos de encomenda, como é feita a produção e, por fim, como é planeada a distribuição.

3.1. O problema do transporte de mercadoria na D.I.N.

A receção dos pedidos de encomenda é efetuada por mail, por chamada ou através de um comercial, sendo recebida pelo departamento de logística. Após o colaborador dar entrada da encomenda no software de gestão, fica definida um período de previsão de entrega. Esta previsão é automaticamente calculada pelo software. Este define que a entrega deve ser feita dentro de 5 dias após a receção do pedido de encomenda por parte do cliente. Sendo que estes 5 dias incluem fins de semana, o que não faz sentido acontecer uma vez que a D.I.N. não faz entregas durante o fim de semana. Este facto faz com que em vez de a empresa ter 5 dias para planear a produção e a entrega, pode passar a ter apenas 3 dias. Isto dificulta a entrega dentro do limite do prazo. Para corrigir estes casos as definições do software devem ser mudadas, de forma a que o prazo de entrega passe a ser 5 dias úteis. Também acontece alguns clientes efetuarem pedidos de encomenda de forma urgente. Quando tal acontece tenta-se enviar o mais rápido possível essa encomenda. Este facto acaba por perturbar a logística, na medida em que vai ter de ser modificado o mapa das rotas de forma a passar por esse cliente.

A distribuição é definida pela logística, sem que tenha havido qualquer estudo de como deveriam ser feitas as rotas, de forma a torná-las mais eficientes. As rotas são feitas tendo em conta o conhecimento geral. Tenta-se sempre maximizar a carga dos camiões e definir a rota de forma a passar pelos clientes mais ou menos próximos, sem contabilizar, de forma exata, a distância

entre esses clientes. Para isto conta-se com a experiência do motorista do caminhão, para tentar perceber se ele terá ou não tempo para incluir um outro cliente. Caso este ache que não vai ter tempo de incluir mais nenhum cliente, a rota fica terminada.

As descargas podem ser de dois tipos: manual ou não manual, dependendo do cliente em causa. Nos casos em que a descarga tem de ser feita manualmente, é necessário que vá um ajudante no caminhão. Ou seja, sempre que uma rota inclui um destes clientes, incorre-se num custo extra, que é a parte do salário correspondente a um dia desse trabalhador. Quando isto acontece há uma tendência para maximizar as descargas não manuais nesta rota, de forma a rentabilizar ao máximo o custo desse trabalhador.

A D.I.N. não cobra um custo fixo por encomenda. Em vez disso, a D.I.N. acresce uma percentagem no preço de cada produto, que visa cobrir o custo do transporte. No entanto, esta opção acaba por ter como consequência o grande número de encomendas de pequenas quantidades por cada cliente. Pois este facto faz com que seja indiferente para o cliente fazer uma encomenda de grandes quantidades ou várias de pequenas quantidades. Se a empresa em vez de atribuir essa percentagem por produto, cobrasse um custo fixo por encomenda, teoricamente, faria com que o cliente preferisse agrupar maior quantidade em cada encomenda, em vez de fazer encomendas faseadas que prejudicam a logística.

Sempre que há fornecedores com encomendas da DIN pendentes, perto da rota do caminhão, a logística contacta o(s) fornecedor(es). Caso a encomenda estiver pronta, a logística contacta com o motorista e este decide se tem tempo ou não de carregar a matéria prima. Os fornecedores a quem a D.I.N. vai carregar a matéria prima, fazem um desconto no valor total da encomenda pelo facto de não ser necessário transporte.

A D.I.N. possui dois camiões contratados (figura 4) cada um com 9 500 Km incluídos e com capacidade de 10 toneladas. O contrato inclui um motorista por cada camião. Os únicos gastos que a D.I.N. tem com estes motoristas é o subsídio de alimentação e o alojamento caso necessário. No entanto, a empresa tenta que nenhum motorista passe a noite fora do local de habitação e por esse facto nunca envia nenhum dos camiões para a zona do Alentejo e Algarve.



Figura 4 – Camião subcontratado da D.I.N.

O processo de distribuição da D.I.N. representa cerca de 36% da estrutura dos custos globais da empresa, sendo, portanto, um dos processos em que a empresa tem prioridade em melhorar. O objetivo principal deste projeto é, então, desenvolver um estudo sobre como deveriam ser planeadas as rotas de distribuição de forma a melhorar a sua eficiência, reduzindo, assim, os custos associados à distribuição. No final espera-se implementar uma melhoria no processo de distribuição de forma a torná-lo mais rápido e eficiente.

De modo a perceber se o negócio da D.I.N. tem sazonalidade, construiu-se um gráfico apresentado na figura 5, tendo-se concluído que não existe sazonalidade.

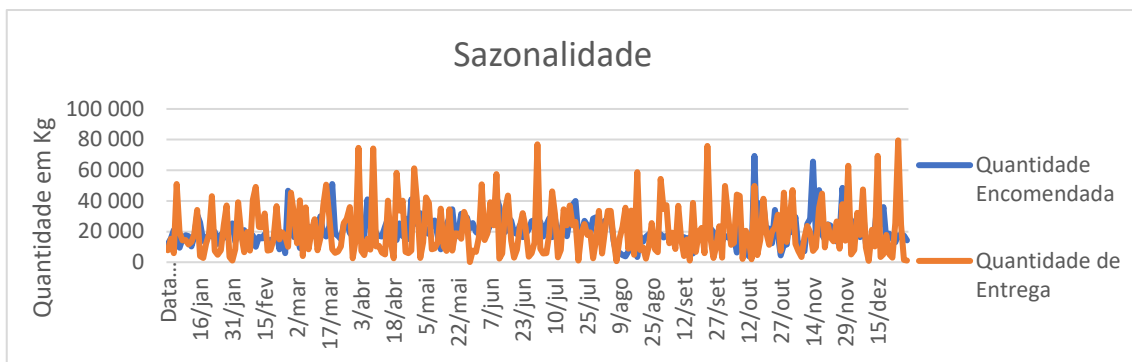


Figura 5 - Encomendas e Entregas na D.I.N

3.2. Caracterização dos Fornecedores e Matérias-primas

Mais de metade das compras feitas pela D.I.N., cerca de 54%, concentram-se em cinco fornecedores, cujas localizações se encontram na figura 6 ao lado (de B a F).



Legenda:

- A – D.I.N.
- B - Monte D'Alva – Rações, S.A. (12.1%);
- C - Ligel – Adubos e Calcários, Lda (11.7%);
- D - *Agrupacion Fab. Aceites Marinos, S.A.* (10.5%);
- E - *R.O. Rações Oeste para Animais, Lda* (10.1%);
- F - *Sérgio Martins, Lda* (9.8%).

Figura 6 - Localizações dos cinco principais fornecedores e da D.I.N.

Entre os produtos comprados destacam-se três principais que representam 37,5% do total das compras feitas pela D.I.N., como se pode verificar na figura 7.

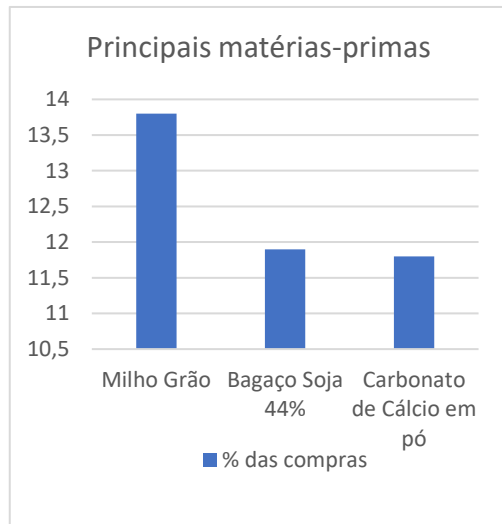


Figura 7 - Principais matérias-primas compradas e as respetivas percentagens

3.3. Caracterização dos Clientes e Produtos

Cerca de 28% da produção da D.I.N. é exportada, principalmente para Cabo Verde, Espanha e Bélgica. Entre os clientes nacionais e internacionais da D.I.N. existem sete que se destacam dos restantes, totalizando 51,1% das vendas da D.I.N.. Dois destes clientes são do Cabo Verde: Upranimal Rações de Cabo Verde, Lda (21.8%) e AVI – Cecília Santos & Filhos, Lda (4.2%). Os restantes cinco principais clientes são nacionais, cujas localizações se encontram na figura 8 (de B a F).



Figura 8 - Localizações dos cinco principais clientes e da D.I.N.

Os produtos mais vendidos, que totalizam 31,3% das vendas, podem-se observar na figura 9.

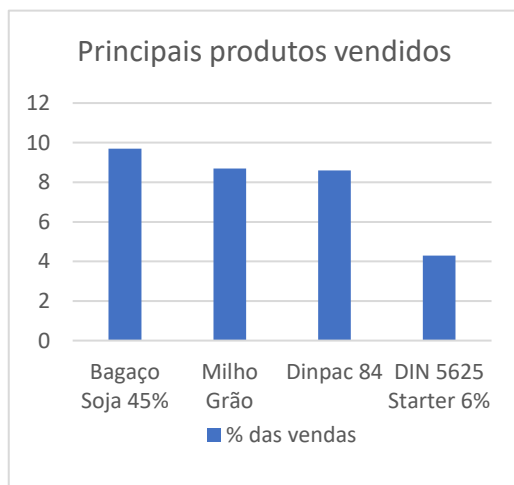


Figura 9 - Principais produtos vendidos e as respetivas percentagens

3.4. Produção

A D.I.N. produz a maioria dos seus produtos apenas após estes serem encomendados ou produzem produtos base que, mais tarde, podem dar origem a uma vasta gama de produtos quando assim for necessário. Isto faz com que reduzem os stocks retidos no armazém e diminuem, assim, a probabilidade de o produto passar a data de validade antes de ser vendido. Com esta produção *just-in-time* a empresa consegue evitar o desperdício, mas, por outro lado, precisa de ter a produção de tal forma organizada para que o tempo de espera entre o pedido de encomenda e a entrega do produto ao cliente seja o mínimo possível. Para tentar contornar este problema, a D.I.N. possui um programa de otimização da produção onde são colocados, diariamente, os produtos que devem ser produzidos em determinado dia e o programa define a ordem pela qual estes devem ser produzidos, de forma a otimizar a produção. Este programa pretende agrupar o mesmo produto de forma a produzi-lo de forma contínua, eliminando tempos de paragem. Assim como tenta agrupar os produtos que não requerem uma limpeza final, de forma a que se minimize os tempos de limpeza para quando é estritamente necessário. Isto deve-se ao facto de alguns componentes poderem contaminar o produto que será produzido de seguida.

Alguns dos produtos são produzidos para stock por serem produtos com grande saída e com pedidos de encomenda frequentes. Estes produtos são definidos através do histórico de vendas da D.I.N., e uma vez que têm grande taxa de saída quando precisam de ser produzidos acaba por ser mais eficiente produzir em quantidade mais elevada e guardar em stock para ser entregue mais tarde, numa outra encomenda, do que ter de produzir várias vezes separadas no tempo, pois envolve tempos de paragem, limpeza e pesagem das matérias-primas. A pesagem ainda é feita manualmente. O colaborador pesa as várias matérias-primas, seguindo a “receita” do produto.

Por fim, existem produtos que não sofrem transformação na D.I.N., ou seja, são comprados e vendidos sem serem alterados. Estes ou são guardados em armazém ou são transportados pela D.I.N. diretamente do fornecedor para o cliente.

A D.I.N. possui dois pavilhões de fabrico: um para concentrados vitamínicos para rações, que são vendidos a outras fábricas de ração (figura 10) e outro para fabricar ração completa para suínos, que são vendidas diretamente ao cliente final (figura 11).

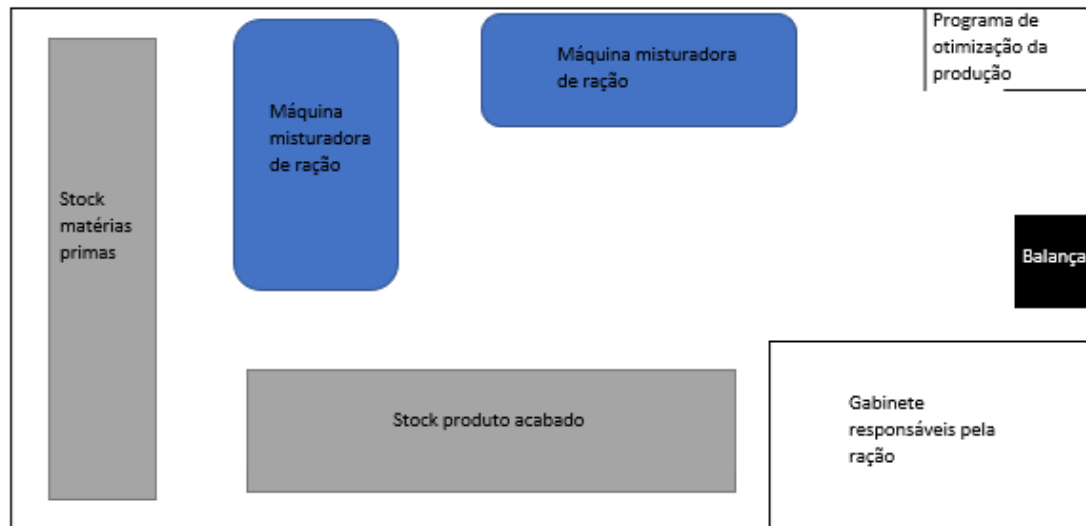


Figura 10 - Chão de fábrica para concentrados vitamínicos

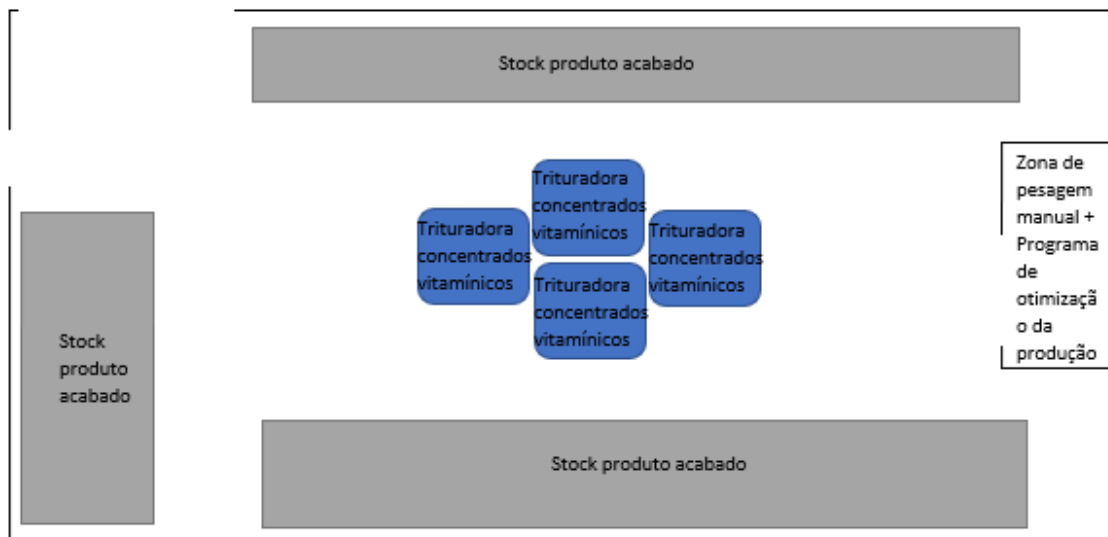


Figura 11 - Chão de fábrica para rações completas

3.5. Alternativas de transporte

A D.I.N. optou por não possuir frota própria devido aos altos gastos com reparações em que incorreu no passado quando possuía um camião. Por este facto considerou que era mais rentável subcontratar o transporte.

Atualmente possui 2 camiões subcontratados, cada um com 9 500 Km incluídos e com capacidade de 10 toneladas. A D.I.N. paga 6 790€/mês de avença por cada um destes camiões. O combustível e o condutor já vêm incluídos neste valor, sendo que, a D.I.N. apenas terá de pagar um extra se os quilómetros percorridos ultrapassarem os 9 500 que constam no contrato. Por cada quilómetro extra terá de pagar 0,45€.

Sempre que há entregas para o Alentejo/Algarve é subcontratado um transportador, neste caso a Torrestir. O mesmo acontece quando há encomendas pedidas com urgência que não são possíveis de incluir nas rotas. Os preços praticados pela Torrestir depende da zona de entrega e do número de paletes euro a transportar. Esta gama de preços encontra-se no anexo 1. Apesar de a empresa tentar impor aos clientes que estes façam as encomendas com antecedência, de pelo menos 5 dias, surgem sempre encomendas com urgência. Perante isto, a empresa não deixa de atender estes pedidos, para não correr o risco de perder o cliente. Estes dois factos fazem com que seja necessário recorrer aos transportadores todos os meses, representando um custo médio de 4 545 €/mês.

3.6. Levantamento de Encomendas nos Fornecedores

O processo inicia-se com o pedido de uma encomenda feita pelo Cliente por mail ou por chamada, quem atende/recebe esse pedido é o departamento de Logística. Após esta receção a Logística lança no sistema uma ordem de produção, caso o produto não se encontre em stock.

Por vezes a encomenda é pedida com urgência, quando tal acontece a Logística contacta com a Produção e informa que essa ordem de produção tem prioridade em relação às restantes em espera. A Produção trata de produzir essa ordem de produção assim que for possível. Quando chega a informação à Logística de que a ordem de produção está completa, esta trata de contactar a Torrestir (empresa de transporte) e combinam a hora a que o transportador chegará à DIN. Quando a Torrestir chega é-lhe entregue a guia de transporte e a Produção trata de carregar os produtos dessa encomenda. A Torrestir entrega a encomenda e, após a confirmação da receção da mesma pelo Cliente, é paga pela DIN.

Na maioria das vezes a encomenda não é feita de forma urgente, ou seja, o Cliente está disposto a recebê-la num prazo de 3 a 5 dias após o pedido. Neste caso, a Logística lança a ordem de produção que fica em espera com outras ordens de produção pendentes. A Produção vai produzindo uma ordem de produção de cada vez, produzindo todos os produtos dessa ordem sem que deixe ordens de produção incompletas. Assim que as ordens de produção começarem a ser concluídas a Logística trata de planear a carga do camião e os clientes a ser visitados tendo em atenção a zona geográfica e o tipo de descarga que pode ser manual ou não. Normalmente a D.I.N. não junta as descargas manuais das não manuais, pois quando há uma entrega manual na rota é necessário que vá um ajudante no camião. Quando a carga fica completa a Logística elabora a guia de transporte e dá a informação dos produtos a carregar à Produção. Se a zona geográfica da carga for Alentejo ou Algarve, a Logística chama a Torrestir, a Produção carrega a Torrestir e a guia de transporte é entregue ao motorista da Torrestir. Caso contrário a Produção carrega o camião da DIN e é entregue a Guia de Transporte ao camionista (Transportes DIN). O camionista da DIN entrega as encomendas aos Clientes. A Logística verifica se na zona geográfica do transporte não há fornecedores com encomendas da DIN pendentes. Caso haja, a Logística contacta o motorista e o(s) Fornecedor(es) em causa e caso o motorista tenha tempo e o(s) Fornecedor(es) tiverem a encomenda pronta, o motorista passa pelo(s) Fornecedor(es) e estes carregam o camião da DIN e o motorista regressa à DIN com a matéria prima. Por fim esta é descarregada pela Produção.

Se não houver fornecedores com encomendas da DIN pendentes na zona geográfica da distribuição ou caso haja o motorista não tiver tempo de passar por eles, o camião da DIN regressa vazio.

Pagamentos:

- Num prazo de 30 dias após a receção da encomenda, o Cliente deverá efetuar o pagamento da encomenda à DIN;
- Sempre que o transporte for feito pela Torrestir é pago pela DIN após a receção da confirmação de entrega;
- Os transportes da DIN são contratados e são pagos mensalmente consoante a quantidade de Kms efetuados.

Para um melhor entendimento do processo, elaborou-se um diagrama usado o *Visual Paradigm Project*, apresentado na figura 12.

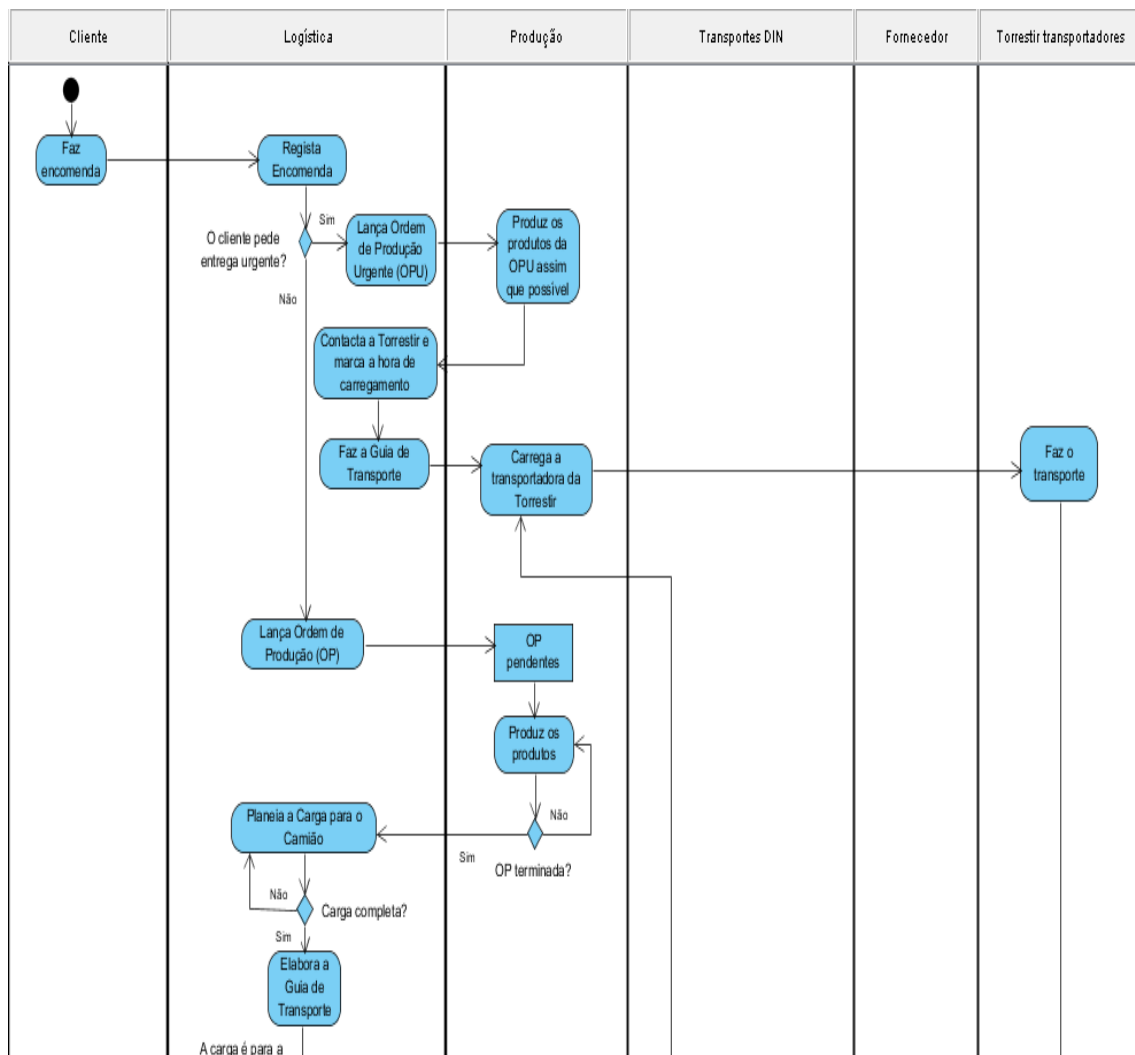


Figura 12 - Diagrama do processo de abastecimento e distribuição da D.I.N. (parte 1)

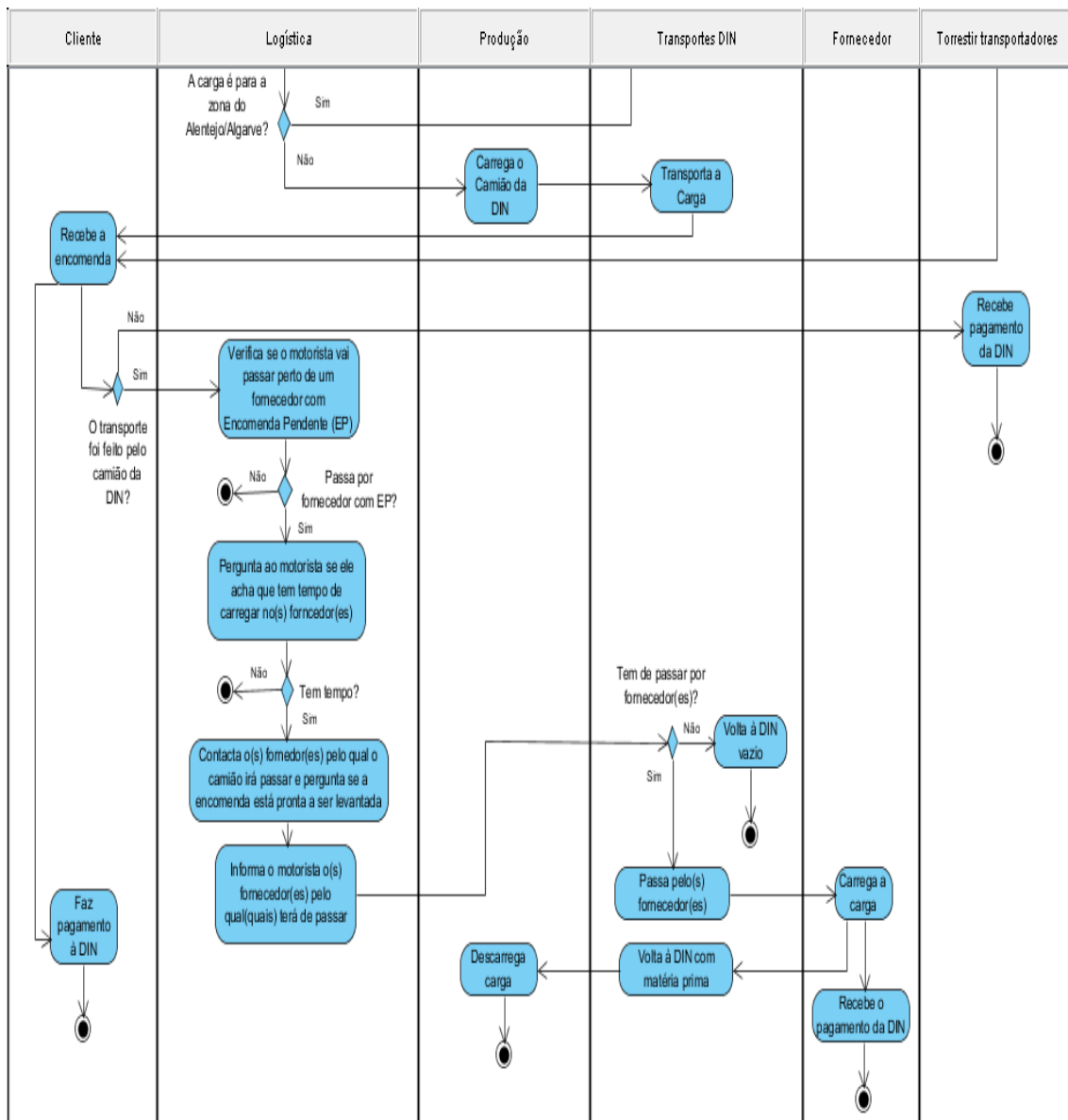


Figura 13 - Diagrama do processo de abastecimento e distribuição da D.I.N. (parte 2)

3.7. Análise da Situação e Oportunidades de Melhoria

Após analisar a base de dados que se criou e outros documentos fornecidos pela D.I.N., assim como observar o dia-a-dia na empresa, descobriu-se algumas oportunidades de melhoria:

- Tornar a pesagem da produção automática – a pesagem das várias matérias-primas envolvidas na produção de um produto é feita manualmente, o que torna o processo demorado e mais suscetível a erros

humanos. Através da instalação de silos e de um sistema de pesagem automático o processo tornava-se mais eficiente, reduzindo o tempo desta tarefa aumentando assim o tempo para a produção, processo este que realmente acrescenta valor;

- Criação de uma linha de transporte para produtos não transformados – sendo que mais de 15% das vendas da D.I.N. são produtos que não sofrem nenhuma alteração desde que vêm do fornecedor, seria vantajoso criar uma linha de transporte exclusivo deste tipo de produto, que transportaria o produto diretamente do fornecedor para o cliente. Assim evitava-se os custos de transporte desde o fornecedor até à D.I.N. e desde a D.I.N. até ao cliente, sendo que apenas seria necessário um único transporte direto;
- Criação de uma heurística para definir as rotas de distribuição – uma vez que atualmente estas são definidas com base no conhecimento geral, sem que tenha havido qualquer estudo sobre como estas deveriam ser definidas, de forma a minimizar custos;
- Estudar até que ponto compensa à D.I.N. fazer o transporte no abastecimento - a maioria dos fornecedores oferece um desconto na compra da matéria-prima se o cliente se responsabilizar pelo transporte. No entanto muitas vezes o camião da D.I.N. acaba por ter de fazer um desvio de alguns quilómetros da sua rota para passar no fornecedor. De forma a perceber se é ou não vantajoso para a D.I.N. fazer este transporte seria interessante determinar se este desconto compensa o custo do desvio do camião;
- Determinar se se deve juntar ou não as descargas manuais das não manuais – a D.I.N. parte do princípio que quando uma rota tem uma descarga manual, já que têm de pagar um ajudante para ir no camião, que devem agrupar o máximo de descargas manuais nessa rota para rentabilizar ao máximo o custo desse ajudante. No entanto não quer dizer que isto seja verdade, pois a distância que o camião terá de percorrer para agrupar essas descargas manuais pode ser mais cara do que se

agrupassem os clientes mais próximos independentemente do tipo de descarga.

O objetivo deste projeto não é implementar melhorias durante o estágio curricular, mas sim descrevê-las e fundamentá-las de forma a que, se a empresa tiver interesse, sejam implementadas no futuro.

Devido tempo limitado do estágio, as melhorias descritas tiveram de ser priorizadas. Após falar com o diretor, este reconheceu que estaria mais interessado que últimas 3 melhorias fossem estudadas e fundamentadas. Uma vez que considerava que as duas primeiras seriam realmente vantajosas e que não precisaria de nenhuma prova de que, realmente, trariam reduções de custos à empresa. Estas duas primeiras melhorias ficaram em lista de espera para serem implementadas na empresa assim que possível.

4. Ações Propostas e Resultados Obtidos

Apesar de terem sido priorizadas 3 melhorias no capítulo anterior, não foi possível estudar até que ponto compensa à D.I.N. fazer o transporte no abastecimento. Isto porque a empresa não possuía nenhuma base de dados de todos os descontos dos fornecedores, o que impossibilitou que o estudo progredisse.

Neste capítulo estudar-se-á a forma como as rotas devem ser definidas e se se devem juntar ou não as descargas manuais das não manuais.

4.1. Definição das Rotas de Distribuição

Para chegar à melhor forma de definir as rotas de forma a torná-las mais eficientes, usaram-se as três heurísticas definidas no ponto 2.6.2.: Heurística do Vizinho mais Próximo (VMP), Heurística de *Clarke e Wright* (CW) e Heurística da Varredura Angular (VA). Sendo testadas três versões de cada heurística e comparados os custos destas soluções com os custos incorridos pela empresa no mesmo período.

As heurísticas apresentadas no ponto 2.6.2. são consideradas as “versões 0”, uma vez que representam a heurística original, sem que tenham havido adaptações ao problema em causa.

Na primeira versão destas heurísticas (VMP1, CW1 e VA1) passou-se a dar prioridade às encomendas que terminavam de prazo dentro de dois dias e às encomendas urgentes. Estas versões já são soluções que se aproximam mais da realidade do problema em causa.

A empresa considerava que era mais eficiente separar as entregas manuais das não manuais. Isto porque se acreditava que desta forma se incorria em menores custos, uma vez que o ajudante iria menos vezes no camião. Para testar se realmente compensava o facto de separar as entregas manuais das não manuais, fez-se uma segunda versão destas heurísticas (VMP2, CW2 e

VA2). Nesta versão, para além de se dar prioridade às encomendas que terminavam de prazo dentro de dois dias e às encomendas urgentes, passou-se a juntar entregas manuais e não manuais na mesma rota.

Escolheu-se uma semana representativa da maior parte das semanas do ano, ou seja, uma semana dentro da normalidade do negócio, para que o estudo fosse feito em condições normais. Após terem sido feitas nove conjuntos de rotas para a mesma semana (três heurísticas com três versões cada), foram calculados os custos inerentes a cada opção e comparadas às rotas feitas na empresa. Os resultados encontram-se na seguinte tabela (tabela 1).

Tabela 1 - Comparação de custos entre as rotas feitas pela empresa e as rotas obtidas pelas heurísticas

	Total Semana				Custos			
	Nº ajudantes	Kms	Kgs	Torrestir (kg)	Ajudantes (€)	Kms (€)	Torrestir (€)	Total (€)
Rotas feitas	6	5 299	87 148	15 710	327	3 809,91	659,82	4 796,73
VMP	5	4 237	75 695	27 163	272,5	3 046,79	1 140,85	4 460,14
VMP1	4	4 760	89 115	13 743	218	3 422,84	577,21	4 218,05
VMP2	8	4 555	93 720	9 138	436	3 274,86	383,80	4 094,66
CW	4	4 845	89 537	13 321	218	3 483,74	559,48	4 261,22
CW1	4	4 943	85 710	17 148	218	3 554,28	720,22	4 492,49
CW2	7	4 806	87 575	15 283	381,5	3 455,41	641,89	4 478,80
VA	5	5 259	89 130	13 728	272,5	3 781,63	576,58	4 630,71
VA1	5	5 133	93 715	9 143	272,5	3 690,96	384,02	4 347,49
VA2	8	4 549	93 015	9 843	436	3 271,13	413,41	4 120,53

Pela leitura da Tabela 1, chega-se à conclusão que a heurística mais eficiente é a segunda versão da heurística do vizinho mais próximo, com uma diferença de 702,07 €, o que representa uma diminuição de 14,6% dos custos na distribuição. Isto prova que, ao contrário do que se pensava, o facto de se separar as entregas manuais das não manuais não torna as rotas mais eficientes. Pois apesar de o custo associado aos ajudantes ser maior quando não se faz esta separação, acaba por ser compensado pois ao juntar os dois tipos de entregas faz com que as rotas obtidas tenham uma distância total menor.

4.2. Heurística Melhorada

Após ter chegado à conclusão que a heurística que deu melhores resultados foi a segunda versão da Heurística do Vizinho mais Próximo, foi-se verificar se haveria uma forma de melhorar ainda mais as rotas obtidas. Para isso foi necessário ver, de forma crítica, o mapa com as rotas obtidas pelo VMP2 de forma a encontrar pontos/aspectos passíveis de serem melhorados e, consequentemente, melhorar os custos das rotas.

Depois de rever as rotas obtidas chegou-se à conclusão de que muitas das rotas continham trajetos que se cruzavam entre si. A figura 14 representa um exemplo destes cruzamentos:

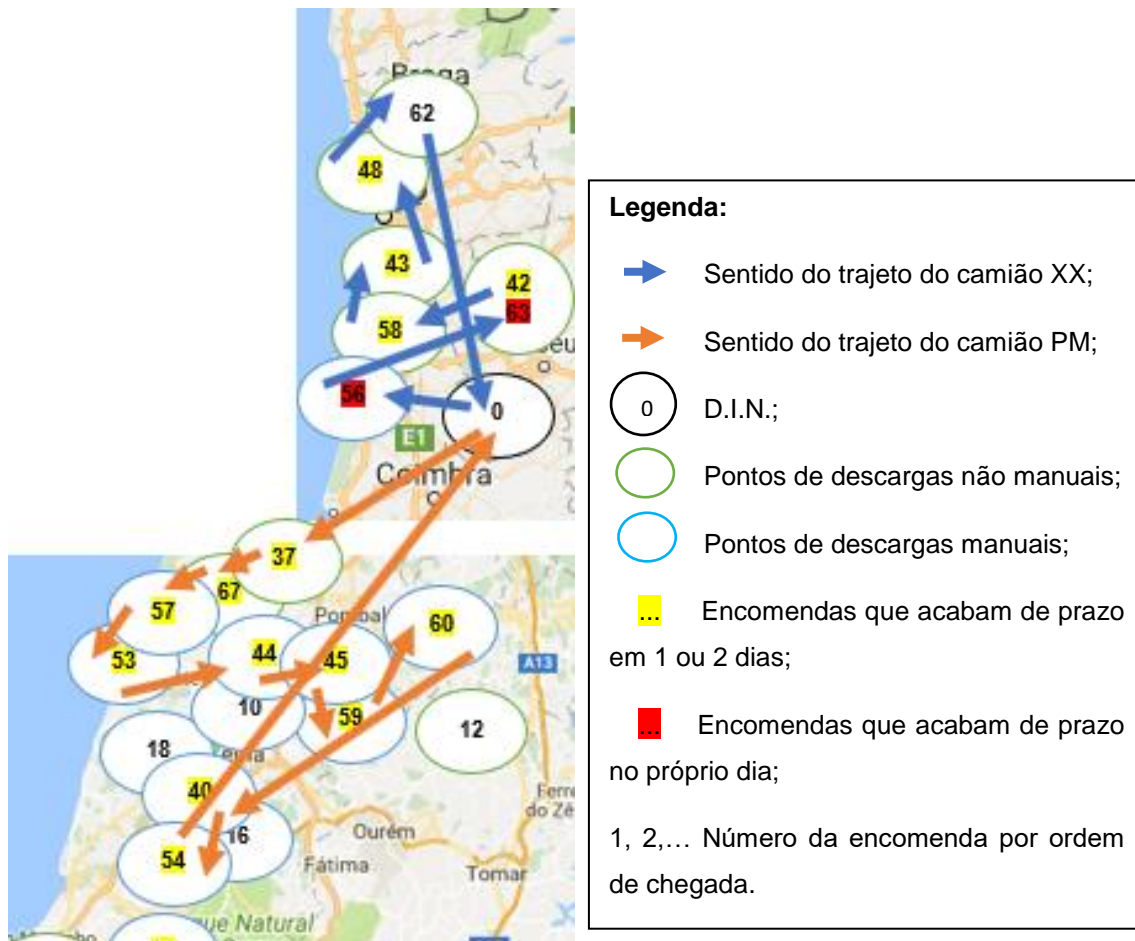


Figura 13 - Exemplo de cruzamentos ocorridos nas rotas VMP2

De forma a evitar que estas situações ocorram, pois o camião acaba por ter de percorrer um maior número de quilómetros, tentou-se melhorar a Heurística

VMP2. Para isso pensou-se em usar a Heurística VMP2 para escolher os pontos a visitar e usar a Heurística do Varrimento Angular (VA) para definir uma opção de rota desses pontos. Tendo assim duas opções de rotas e escolher aquela que representar o menor número de quilómetros. Com isto espera-se que haja uma melhoria a nível dos quilómetros percorridos e consequentemente uma melhoria dos custos associados.

Para perceber se esta mudança resultaria numa mais valia à empresa, repetiram-se as rotas seguindo a seguinte heurística melhorada:

Passo 1: Selecionar um veículo disponível. Caso não haja mais veículos, parar.

Passo 2: Selecionar o ponto de entrega não roteirizado mais próximo do depósito (dando sempre prioridade às encomendas que terminam de prazo em 2 dias ou encomendas urgentes).

Passo 3: Se a capacidade do veículo não for ultrapassada, incluir o ponto selecionado no roteiro. Caso contrário, ir para passo 5.

Passo 4: Selecionar o ponto não atendido que esteja mais próximo do último ponto inserido no roteiro, em caso de empate escolher por ordem crescente de pontos. Voltar ao passo 3.

Passo 5: Caso não seja possível encontrar nenhum ponto não atendido que seja possível inserir no veículo corrente, ir para o passo 6. Caso contrário voltar para o passo 3.

Passo 6: Calcular o maior ângulo entre o nodo de partida e cada par de nodos a visitar.

Passo 7: A partir do maior ângulo proceder à varredura angular dos pontos escolhidos de forma a começar pelo ponto com maior quantidade de kgs a entregar;

Passo 8: Se esta rota der um número de quilómetros menor que a rota obtida no passo 5, escolher esta. Caso contrário manter a anterior. Voltar ao passo 1.

Restrições:

Nº de camiões - 2

Máximo de carga - 10 ton

Máximo de kms diários:

Camião XX - 497 kms

Camião PM - 530 kms

Juntar entregas manuais e não manuais

Com esta heurística conseguiu-se corrigir os cruzamentos que se verificavam com a aplicação do VMP2, mostrados na figura 15. A resolução desse exemplo em concreto apresenta-se na figura abaixo:

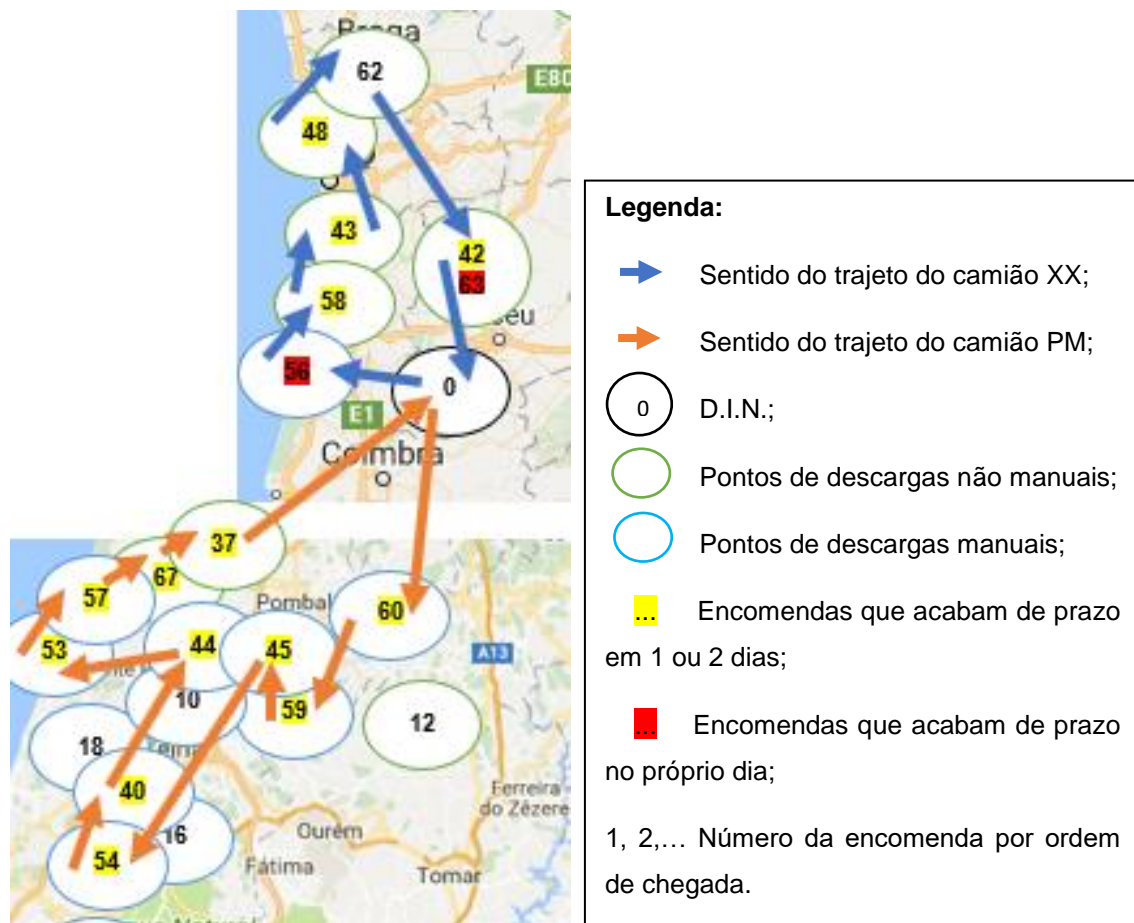


Figura 14 - Exemplo de resolução de cruzamentos ocorridos nas rotas VMP2 através da heurística melhorada

Após a aplicação desta nova heurística voltou-se a comparar os custos desta com as rotas feitas e com a heurística VMP2, para verificar se realmente esta heurística veio trazer melhorias. Os resultados encontram-se expostos na tabela 2.

Tabela 2 - Comparação de custos entre as rotas feitas pela empresa e as rotas obtidas pelas heurísticas VMP2 e Melhorada

	Total Semana				Custos			
	Nº ajudantes	Kms	Kgs	Torrestir (kg)	Ajudantes (€)	Kms (€)	Torrestir (€)	Total (€)
Rotas feitas	6	5 299	87 148	15 710	327	3 809,91	659,82	4 796,73
VMP2	8	4 555	93 720	9 138	436	3 274,86	383,80	4 094,66
Melhorada (VMP2+VA)	8	4 374	93 720	9 138	436	3 144,79	383,80	3 964,59

Pela leitura da tabela 2 verifica-se que a heurística melhorada trouxe uma melhoria de 130 € em relação à heurística VMP2. Comparando com as rotas feitas pela empresa verificou-se uma poupança de 832,14 € nesta semana, o que representa uma redução de 17,3% dos custos. Este valor é bastante significativo, sendo que, se partirmos do princípio de que todas as semanas se pouparia uma média de 800 €, no final do mês teríamos aproximadamente uma poupança de 3 200 €. E ao fim de um ano uma poupança de aproximadamente 38 400 €.

No entanto, importa ter em atenção de que esta heurística pode só ter resultado em poupanças desta dimensão devido à semana de estudo em causa. Para diminuir estas dúvidas e, de certa forma, tentar comprovar a qualidade desta heurística, é interessante aplicá-la a uma outra semana diferente da usada no estudo.

Após se escolher uma outra semana representativa da maioria das semanas do ano, voltou-se a aplicar a heurística melhorada. Os custos obtidos voltaram a ser comparados com os custos das rotas feitas pela empresa de modo a garantir que continuava a resultar numa poupança positiva para a empresa. Tendo-se obtido a tabela 3:

Tabela 3 - Comparação de custos entre as rotas feitas pela empresa e as rotas obtidas pela Heurística Melhorada na segunda semana de teste

	Total Semana				Custos			
	Nº ajudantes	Kms	Kgs	Torrestir (kg)	Ajudantes (€)	Kms (€)	Torrestir (€)	Total (€)
Rotas feitas	5	3 695	61 897	77 041	272,5	2 656,50	3 235,72	6 164,73
VMP2 + VA	5	3 189	71 940	66 998	272,5	2 292,68	2 813,92	5 379,09

Depois de se repetir a heurística melhorada na segunda semana de teste, chegou-se à conclusão, através da leitura da tabela 3, que a heurística continuou a melhorar os custos face às rotas feitas pela D.I.N.. Representando uma poupança de 13%.

Após este resultado provou-se que a melhoria observada não dependeu da semana escolhida, pois nesta semana continuou a observar-se melhorias relativamente às rotas feitas na empresa.

5. Conclusão

Devido a um mercado cada vez mais competitivo, as empresas têm dado cada vez mais importância à monitorização dos seus processos e à realização de estudos de forma a reduzir os custos totais da empresa. Através desta redução conseguem praticar preços mais baixos de forma a manter-se na concorrência, mas sem prejudicar a qualidade do produto, pois os clientes dão cada vez mais importância à relação qualidade preço.

Os processos onde é mais fácil de reduzir custos, sem influenciar a qualidade dos produtos, são os que não acrescentam valor ao produto. Um desses processos é a logística, pois mesmo sendo um processo imprescindível ao negócio não acrescenta valor ao produto. A logística é um dos processos com custo mais elevado numa empresa, o que faz com que muitas empresas tentem minimizar estes custos. No entanto tendem a esquecer-se de que é um processo dependente de outros, principalmente da produção, logo não se deve pensar na logística como um processo isolado. Para melhorar a logística deve-se também procurar por melhorias na produção de forma a conseguir dar resposta à logística.

5.1. Reflexão Final sobre o Projeto

Considera-se que as melhorias apresentadas são bastante positivas, uma vez que mesmo 1% de melhoria já representaria um montante considerável na logística, uma vez que está representa 36% dos custos globais da D.I.N.. No entanto as melhorias não foram apenas na logística uma vez que houve o cuidado de estudar o processo desde o transporte de mercadorias, passando pela produção e acabando na distribuição. Foram encontradas melhorias na parte da produção que foram imediatamente aprovadas pela gerência, apesar de não terem sido implementadas durante o estágio. No entanto prevê-se que sejam implementadas durante este ano.

O maior desafio este projeto foi o facto de não existirem bases de dados totalmente confiáveis ou completas. Isto não só se deveu ao programa de gestão

não estar devidamente adaptado ao negócio, assim como os colaboradores não terem tido formação para o manusear corretamente. A falta da base de dados acabou por obrigar a construção de uma base de dados de raiz, o que acabou por ocupar bastante tempo do estágio. Isto levou a que não fosse possível testar teoricamente a melhoria inerente à parte do abastecimento, pois teria de ser construída uma outra base de dados e o tempo do estágio não seria suficiente para a sua construção.

Relativamente à melhoria das rotas o resultado foi muito positivo tendo obtido uma média de diminuição dos custos na ordem dos 15%. Tendo também provado, que nem sempre o que se acha que faz sentido será a melhor opção. Pois mesmo todos os colaboradores da parte administrativa estarem convencidos de que ao agrupar os clientes com descargas manuais numa mesma rota, teriam menores custos do que juntar os dois tipos de descarga, foi provado, após testar as duas opções, neste projeto, que o que este agrupamento conduzia a maiores custos.

5.2. Desenvolvimento Futuro

Em primeiro lugar, é essencial dar ênfase à criação das bases de dados devidamente organizadas. Hoje em dia, é crucial uma empresa ter um bom software de gestão e bases de dados bem contruídas, pois é a estudar o passado que se aprende a melhorar o futuro.

Uma dificuldade encontrada durante a execução deste projeto foi o facto de a informação não estar estandardizada, sendo que grande parte da informação se sabe “de cabeça”. Isto dificulta a integração de novos colaboradores, a execução de estudos, para além de se correr o risco de perder a informação se, por algum motivo, a pessoa sair da empresa.

Este projeto foi feito com o objetivo de fornecer à empresa algumas oportunidades de melhoria, provando as vantagens a elas inerentes, de forma a que a empresa possa decidir se as quer ou não implementar. Considera-se que neste projeto estão evidências suficientes para aplicar as melhorias nele

apresentadas, portanto o trabalho futuro será não só implementá-las como também controlar os resultados obtidos ao longo do tempo.

Referências Bibliográficas

- Ballou, R. H. (1997). Business logistics: importance and some research opportunities. *Gestão & Produção*, 4(2), 117–129. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X1997000200001>
- Ballou, R. H. (1999). *Business logistics management : planning, organizing, and controlling the supply chain*. Prentice Hall. Retrieved from <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=4&sid=74af1082-afb6-468a-a329-f74dda047179%40sessionmgr4010&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLGNvb2tpZSxzaGliLHVpZCZsYW5nPXBOUWJyJnNpdGU9ZWRzLWxpdmUmc2NvcGU9c2l0ZQ%3D%3D#AN=edsjsr.20713454&db=edsjsr>
- Beasley, J. E. (1984). Fixed Routes. *Journal of the Operational Research Society*, 35(1), 49–55. <https://doi.org/10.1057/jors.1984.5>
- Cheng, T. C. E. (T. C. E., Podolsky, S. (Susan), & Jarvis, P. (1996). *Just-in-time manufacturing : an introduction*. Chapman & Hall. Retrieved from https://books.google.pt/books?id=WL95yzpj1TIC&dq=just+in+time&hl=pt-PT&source=gbs_navlinks_s
- Cordeau, J.-F., Laporte, G., Savelsbergh, M. W. P., & Vigo, D. (2007). Chapter 6 Vehicle Routing. *Transportation*, 14(06), 367–428. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0927-0507\(06\)14006-2](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0927-0507(06)14006-2)
- Costa, J. P., Dias, J. M., & Godinho, P. (2010). *Logística*. (Imprensa da Universidade de Coimbra, Ed.). Coimbra. Retrieved from https://books.google.pt/books?id=w_yr53GC2JMC&pg=PA94&dq=heurística+do+vizinho+mais+próximo&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwiim6DxrqrZAhXDshQKHf7HAWcQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009). Investigação-acção : metodologia preferencial nas práticas educativas. *Revista Psicologia, Educação e Cultura*, 13:2, 355–379. Retrieved from <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=5&sid=055f6e28-b0bf-461e-801a-229b29448846%40sessionmgr101&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLGNvb2tpZSxzaGliLHVpZCZsYW5nPXBOUWJyJnNpdGU9ZWRzLWxpdmUmc2NvcGU9c2l0ZQ%3D%3D#AN=rcaap.openAccess.1822.10148&db=edsrca>
- Crespo, J., Carvalho, D., & Ramos, T. (2016). *Logística na Saúde*. 2016. Retrieved from http://www.silabo.pt/Conteudos/8445_PDF.pdf

- Decreto-Lei nº 237. (2007). *Decreto-Lei nº 237/2007*. Retrieved from http://www.arp.pt/admin/upload/ficheiros/ficheirosMultimedia/Decreto-Lei_n_3PhR.pdf
- Fernandes, K. D. S. (2012). *Logística: Fundamentos E Processos*. (IESDE Brasil, Ed.) (1st ed.). Brasil. Retrieved from <https://books.google.pt/books?id=Lf1EbDKLKNwC&pg=PA132&dq=outsourcing+de+distribuição&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwi7wZeb3rzbAhUJvhQKHemFCHgQ6AEITjAH#v=onepage&q=outsourcing de distribuição&f=false>
- Filho, V. J. M. F. (2016). *Gestão de Operações e Logística na Produção de Petróleo - Fundamentos, Metodologia e Modelos Quantitativos*. (Elsevier Editora Ltda., Ed.) (1st ed.). Rio de Janeiro. Retrieved from <https://books.google.pt/books?id=jCspDwAAQBAJ&pg=PT221&dq=heurística+da+varredura+angular&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwi9hNjKuarZAhWEPRQKHxQEATQQ6AEIKDAA#v=onepage&q=heurística da varredura angular&f=false>
- Gomes, C. F. S., & Ribeiro, P. C. C. (2004). *Gestão da cadeia de suprimentos*. Pioneira Thomson Learning. Retrieved from https://books.google.pt/books?id=B06QoZ8jB8IC&dq=Distribuição+de+mercadorias&hl=pt-PT&source=gbs_navlinks_s
- Moura, B. (2006). *Logística: Conceitos e Tendências*. (Centro Atlântico, Ed.) (1st ed.). Famalicão. Retrieved from <https://books.google.pt/books?id=ulReFI6gzugC&pg=PA291&dq=serviço+ao+cliente&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwiN8reJsbLbAhVJvxQKHePPDPYQ6AEIJzAA#v=onepage&q=serviço ao cliente&f=false>
- Novaes, A. (2016). *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição*. (Elsevier Brasil, Ed.) (4th ed.). Brasil. Retrieved from https://books.google.pt/books?id=jNKsCQAAQBAJ&dq=outsourcing+de+distribuição&hl=pt-PT&source=gbs_navlinks_s
- Oliveira, O. J. de, Palmisano, A., Vico Mañas, A., Modia, E. C., Machado, M. C., & Fabrício, M. (2004). *Gestão da qualidade : tópicos avançados*. Pioneira Thomson Learning. Retrieved from https://books.google.pt/books?id=V1mWllUO3x4C&dq=gestão+da+cadeia+de+abastecimento+competitiva&hl=pt-PT&source=gbs_navlinks_s
- Santos, D. A. S. (2011). *Otimização de rotas para diminuição de consumos e emissões: Sistema de descoberta para FCCN*. Universidade de Aveiro. Retrieved from

<http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=b907796d-e5cd-4a4e-81b9-9d81c0febf0%40sessionmgr103&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLGNvb2tpZSxzaGliLHVpZCZsYW5nPXBLWJyJnNpdGU9ZWRzLWxpdmUmc2NvcGU9c2l0ZQ%3D%3D#AN=rcaap.portugal.10773.8022&db=edsrca>

Turkay Yildiz. (2017). AN EMPIRICAL ANALYSIS ON LOGISTICS PERFORMANCE AND THE GLOBAL COMPETITIVENESS. *VERSLAS: TEORIJA IR PRAKTIKA*, 18, 1–13.
<https://doi.org/10.3846/btp.2017.001>

Vieira, H. F. (2009). *Gestão de Estoques E Operações Industriais*. (IESDE Brasil S.A., Ed.). Curitiba: IESDE Brasil S.A. Retrieved from
https://books.google.pt/books?id=p2Vesonh30lC&pg=PA47&dq=sistema+pull&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwi_lb7utrTZAhWBsBQKHQA1DV0Q6AEIKDAA#v=onepage&q=sistema pull&f=false

Anexo 1 – Proposta Comercial (Torrestir)

Mercadoria paletizada (paletes 1200 x 1000 mm) e (1300 x 1100 mm)						
	A	B	C	D	E	F
1 Plts	34.50€	34.50€	34.50€	51.50€	51.50€	46.50€
2 Plts	61.50€	61.50€	61.50€	91.50€	91.50€	84.50€
3 Plts	91.50€	91.50€	91.50€	141.50€	141.50€	124.50€
Para envios quantidades superiores acordar caso a caso						

Códigos Postais	Zonas
(22-24 e 30-35)	A
(10-21 e 25-29)	B
(37-47 e 49)	B
(60-63)	C
(36 e 48 e 50-59 e 64-69)	D
(80-89)	E
(70-79)	F